

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 18 FEB 2000	
WIPO	PCT

de 99/04070 Bescheinigung
EU

Die Hottinger Maschinenbau GmbH in Mannheim/Deutschland hat eine Patentanmeldung
unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zur Objekterkennung"

09/868578

am 21. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
G 01 N, G 01 M und B 22 C der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 1. Februar 2000

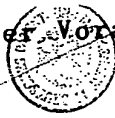
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Zeichen: 198 60 309.6

Wehner



ULLRICH & NAUMANN

*Patentanwälte
European Patent and
Trademark Attorneys*

3402/P/218

Heidelberg, 21. Dezember 1998/js

Patentanmeldung

der Firma

Hottinger Maschinenbau GmbH
Düsseldorfer Straße 20-28

68219 Mannheim

betreffend ein

"Verfahren und Vorrichtung zur Objekterkennung"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Objekterkennung, insbesondere zur Fehlerdetektion an Werkstücken, vorzugsweise an geschossenen Kernen oder Kernpaketen, wobei das Objekt von einer Lichtquelle beleuchtet und mittels einer Kamera aufgenommen bzw. detektiert wird und wobei die durch die Aufnahme gewonnenen Daten mittels Rechner verarbeitet und ggf. gespeichert werden.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Objekterkennung, und zwar insbesondere zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Gattungsgemäß handelt es sich hier ganz allgemein um ein Verfahren zur Objekterkennung bzw. zur Fehlerdetektion an Werkstücken, wobei sich dieses Verfahren ganz besonders zur Fehlerdetektion an geschossenen Kernen oder Kernpaketen eignet. Insoweit bezieht sich die Erfindung unter anderem auch auf das Gebiet der Gießereitechnik.

Zum Gießen von Formstücken jedweder Art werden Gießereikerne oder -formen meist in getrennten Teilen hergestellt, zusammengeführt und miteinander zu einer Gußform bzw. zu einem Kernpaket verbunden. Diese Kernpakete werden dann zur Herstellung eines bspw. metallischen Werkstücks mit geschmolzenem Metall gefüllt, wobei in der Serienfertigung die mit geschmolzenem Metall zu füllenden Kernpakete hintereinander aufgereiht die Fertigungsstraße durchlaufen.

Dabei ist von ganz besonderer Bedeutung, daß die in die Kernpakete gegossenen Werkstücke eine äußerst lange Abkühlphase beanspruchen, die sich oftmals über mehrere Stunden hinweg erstreckt. Erst nach dieser Abkühlphase läßt sich das gegossene Werkstück bzw. Teil inspizieren. Folglich kann erst mehrere Stunden nach dem Guß und somit ebenfalls mehrere Stunden nach dem Kernschießen festgestellt werden, ob das in das Kernpaket gegossene Teil auch tatsächlich fehlerfrei ist.

Sollte ein fehlerhafter Kern verwendet worden sein, so läßt sich der dadurch beim Gießen entstehende Ausschuß erst Stunden nach Herstellung des Kerns feststellen. Sollte es sich dabei wiederum um einen systematischen, beispielsweise aufgrund eines Fehlers am Werkzeug wiederkehrenden Defekt am Kern handeln, so würde bis zur Erkennung des Defekts am gegossenen Teil stundenlang Ausschuß produziert werden. Die für diesen Ausschuß verantwortlichen defekten Kerne könnten - wie be-

reits zuvor erwähnt - auf Defekte im Werkzeug der Kernschießmaschine, aber auch auf unmittelbare Beschädigungen der Kerne bei deren Handhabung, beim Transport oder bei der Paketierung zurückzuführen sein. Jedenfalls ist es nicht vertretbar, Fehler und somit den Ausschuß erst nach erfolgtem Guß bzw. bei der Inspektion der bereits abgekühlten Gußteile feststellen zu können.

Darüber hinaus können Beschädigungen der Formstücke und/oder der Werkzeuge nicht nur im unmittelbaren Bereich der Schießeinrichtung stattfinden, sondern vielmehr auch bei einer beliebigen Handhabung von Formstück und/oder Werkzeug, beim Fördern, bei einer Bearbeitung der Formstücke, beim Reinigen der Werkzeuge und insbesondere auch beim Komplettieren der Formstücke zu einem wie auch immer gestalteten Formpaket.

Kern- und Maskenschießmaschinen der zuvor genannten Art sind seit vielen Jahrzehnten aus der Praxis bekannt. Lediglich beispielhaft wird hier auf die DE 31 48 461 C1 verwiesen, die eine Kern- und Maskenschießmaschine der Anmelderin offenbart.

Aus der DE 44 34 798 A1 ist ebenfalls eine Kern- und Maskenschießmaschine bekannt, bei der zumindest eine visuelle Kontrolle des Werkzeugs vorgesehen ist. Letztendlich ist die in der DE 44 34 798 A1 angesprochene visuelle Kontrolle nicht praktikabel, da nämlich insbesondere im Rahmen einer vollautomatischen Fertigung das Werkzeug nicht ständig beobachtet werden kann. Zur visuellen Kontrolle müßte eine Fachkraft das Werkzeug ständig, d.h. nach jedem Schuß, beobachten. Auch wenn man eine solche visuelle Beobachtung bzw. Kontrolle vornehmen würde, bliebe das Schicksal eines ausgestoßenen und weiter zu transportierenden, zu bearbeitenden oder zu einem Paket zu komplettierenden Kerns gänzlich offen, da nämlich auch bei der Manipulation oder Bearbeitung der Kerne, bei der Übergabe der Kerne oder gar bei der Paketierung der Kerne Defekte bzw. Beschädigungen auftreten können.

Aus der DE 195 34 984 C1 ist bereits ein gattungsbildendes Verfahren bekannt, bei dem das Formstück bzw. der Kern unter anderem auch nach der Entnahme aus der Kernschießmaschine berührungslos vermessen wird. Dies erfolgt in vorteilhafter Weise mittels Kamera, wobei dort eine hinreichende Beleuchtung erforderlich ist. Versteckte Bereiche bzw. Hinterschneidungen lassen sich gemäß dem gattungsbil-

denden Verfahren nur dann detektieren, wenn entweder mehrere Kameras zur Bildaufnahme und somit auch zur Fehlerdetektion verwendet werden oder wenn eine Kamera relativ zu dem zu untersuchenden Objekt bzw. Kern bewegt wird. Beide Varianten erfordern einen erheblichen apparativen Aufwand und sind daher bereits aus Kostengründen problematisch. Außerdem behindert die Vorkehrung mehrerer Kameras den unmittelbaren Bereich um den jeweiligen Kern und somit die dort zum Einsatz kommenden Manipulatoren.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gattungsbildendes Verfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Objekterkennung, insbesondere zur Fehlerdetektion an Werkstücken, vorzugsweise an geschossenen Kernen oder Kernpaketen derart auszugestalten und weiterzubilden, daß eine hinreichend gute Objekterkennung und Fehlerdetektion mit geringstmöglichem apparativem bzw. konstruktivem Aufwand möglich ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Objekterkennung löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach ist ein gattungsbildendes Verfahren der voranstehend erörterten Art dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt von mindestens zwei Lichtquellen aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchtet wird und daß die Kamera das Objekt und die durch die Beleuchtung auf einer Unterlage entstehenden Schatten aufnimmt.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß auch irregulär gestaltete Objekte, so bspw. Objekte mit Hinterschneidungen, Nischen, Ausnehmungen, etc. mit einer einzigen Kamera hinsichtlich etwaiger Fehler detektiert werden können, sofern man eine ganz besondere Beleuchtung vornimmt. In Abweichung zu den bislang bekannten Verfahren der hier in Rede stehenden Art werden zur Beleuchtung des zu untersuchenden Objekts mindestens zwei Lichtquellen verwendet, wobei diese beiden Lichtquellen das Objekt aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchten, und zwar entsprechend der Geometrie des jeweiligen Objekts. Entsprechend der Anordnung der Lichtquelle zu dem jeweiligen Objekt wird ein Schatten eines Teils des Objekts auf die Unterlage geworfen, so daß sich das Objekt mittels Schattenwurf beliebig „auseinanderziehen“ bzw. „aufspannen“ läßt. Mit anderen Worten werden durch geschickte Anordnung der Lichtquellen ansonsten mit einer einzigen Kamera nicht erkennbare Bereiche aus ihrer „versteckten“ Position herausprojiziert und werden in

Ergänzung zu den Konturen des Objektes als quasi zusätzliche Bildinformation aufgenommen. Kritische Bereiche, die hinsichtlich etwaiger Defekte besonders anfällig sind, lassen sich so besonders gut untersuchen und zum Zwecke einer solchen – optischen – Untersuchung durch geeignete Projektion sogar vergrößern, so daß eine zufriedenstellende Detektion abermals begünstigt ist.

In vorteilhafter Weise wird das Objekt durch drei bis fünf Lichtquellen aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchtet. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, daß die Anzahl der erforderlichen Lichtquellen von der Komplexität des jeweiligen Objekts abhängt. Bei einfachen Geometrien wird man mit weniger Lichtquellen als bei komplizierten Geometrien auskommen.

Wie bereits zuvor erwähnt, dient eine einzige Kamera zur Aufnahme, wobei nacheinander am gleichen Objekt getätigte Aufnahmen aus einer vorgegebenen Position heraus erfolgen. Dabei ist es durchaus denkbar, daß verschiedene Aufnahmen bei unterschiedlichen Beleuchtungszuständen getätigt werden, um nämlich sukzessive unterschiedliche Bereiche des Objekts über dessen Schattenwurf detektieren zu können. Die Kamera ist dabei jedenfalls ortsfest angeordnet, so daß insoweit auch bei schmutziger Umgebung bzw. Schadatmosphäre ein hinreichender Schutz der Kamera realisierbar ist.

Dabei ist es von weiterem Vorteil, wenn die Kamera das Objekt von oben oder frontal aufnimmt, und zwar stets unter dem gleichen Winkel zu dem Objekt. Wie bereits zuvor erwähnt, könnte die Kamera zumindest im Bereich des Objektivs gekapselt sein, um nämlich eine Beschädigung der Kamera bzw. des empfindlichen Objektivs wirksam vermeiden zu können.

Die Kapselung der Kamera könnte dabei grundsätzlich geschlossen sein und würde lediglich zur Bildaufnahme – im Bereich des Objektivs – geöffnet werden. Ein optimaler Schutz der Kamera wäre dadurch geschaffen.

Ein wesentlicher Bestandteil einer Vorrichtung zum Betreiben des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Rechner, der einerseits zur Steuerung und andererseits zur Verarbeitung bzw. Aufbereitung und schließlich Speicherung der gewonnenen Daten

dient. Dabei könnte es sich um einen handelsüblichen PC mit modernster Prozessortechnik und hinreichendem Arbeitsspeicher handeln.

Sinn und Zweck des erfindungsgemäßen Verfahrens ist selbstverständlich weniger die bloße Detektion von Fehlern, sondern vielmehr das Zurverfügungstellen von Steuerungsdaten für den Produktionsprozeß, so bspw. für das Kernschießen. So könnte im Falle der Erkennung eines „Schlechtteils“ wirksam vermieden werden, daß ein bspw. schadhafter Kern zur Paketierung gelangt und durch seine Anwesenheit das gesamte Kernpaket als „Schlechtteil“ qualifiziert. Insoweit ist es von ganz besonderem Vorteil, wenn der Rechner mit einer speicherprogrammierbaren Speicherung (SPS) kommuniziert, wobei zwischen dem Rechner und der speicherprogrammierbaren Speicherung Prozeß- und Ergebnissignale ausgetauscht werden. Eine Prozeßsteuerung kann mit den gewonnenen und verarbeiteten sowie aufbereiteten Daten erfolgen.

In ganz besonders vorteilhafter Weise findet an den aufgenommenen Bildern bzw. an den diesbezüglichen Daten eine vorzugsweise qualitative Bildverarbeitung statt. Vom Prinzip her werden dort die Aufnahmen der jeweiligen Objekte mit einem Referenzbild verglichen. Letztendlich findet hier ein Soll-Ist-Vergleich statt. Zum Zwecke dieses Vergleichs könnte ein Subtraktionsbild erstellt werden, welches im Idealfalle keinerlei Strukturen erkennen läßt, so bspw. insgesamt schwarz ausgefüllt ist. In einem solchen Falle läge eine vollständige Übereinstimmung zwischen dem Prüfbild und dem Referenzbild vor.

Im Konkreten könnte die Bildverarbeitung eine Grobkorrelation umfassen, nämlich einen groben Vergleich mit den Daten des Referenzbildes bzw. mit vorzugsweise als Grauwerte vorgebbaren Grenzwerten. Diese Grenzwerte könnten variabel gestaltet sein, nämlich vom Benutzer vorgegeben werden. Je Objekt können des weiteren mindestens zwei Bilder aufgenommen werden, die zur weiteren Verarbeitung aufaddiert oder voneinander subtrahiert werden.

In weiter vorteilhafter Weise umfaßt die Bildverarbeitung eine Lagekorrektur, wobei zur Lagekorrektur des aufgenommenen Bildes – von dem jeweiligen Objekt – Referenzmarkierungen – zusätzlich zu dem Objekt – aufgenommen werden. Diese Referenzmarkierungen sind der Unterlage zugeordnet. Dabei kann es sich um Linien

und/oder Punkte handeln. Aufgrund einer solchen Lagekorrektur kann man auf eine konkrete Positionierung des Objekts – gemeinsam mit der Unterlage – verzichten. Durch die Lagekorrektur wird nämlich eine rechnerische Verschiebung des Objekts – gemeinsam mit der Unterlage – vorgenommen, so daß sämtliche Aufnahmen an den Objekten stets positionsgleich sind.

Des weiteren könnte die Bildverarbeitung eine Helligkeitsanpassung zur Anpassung der Grauwerte der Aufnahme umfassen. Insoweit würde der Situation Rechnung getragen, daß gleiche Objekte unterschiedlich stark reflektieren können, wodurch sich unterschiedliche Meßwerte ergeben. Auch dabei werden systemimmanente Fehler kompensiert.

Wie bereits zuvor erwähnt, könnte die Bildverarbeitung des weiteren eine Subtraktion mit ggf. Filterfunktion umfassen. Dies dient zum Herausrechnen von Fehlstellen und/oder zur Reduzierung der gewonnenen Daten, sofern dies aufgrund des Objektes möglich ist. Schließlich umfaßt die Bildverarbeitung eine Fehlerdetektion anhand der gewonnenen und gemäß den voranstehenden Ausführungen bearbeiteten bzw. verarbeiteten Daten. Im Rahmen einer solchen Fehlerdetektion ist es von weiterem Vorteil, wenn ein am Objekt auftretender Fehler anhand vorgebbarer Parameter frei definierbar ist. Insoweit läßt sich ein Grenzwert zur Unterscheidung zwischen Gutteil und Schlechtteil vorgeben.

In weiter vorteilhafter Weise werden die Daten einer Bildaufnahme reduziert, in dem man nämlich ein besonderes RoI-Handling realisiert, nämlich Daten interessierender Bereiche (Region of Interest) weiterverarbeitet. Andere Daten sind dabei nicht von Interesse.

Im Konkreten könnten vorgebbare Bereiche des aufgenommenen Bildes extrahierbar oder eliminierbar sein. Zur Extraktion und/oder Elimination könnten wiederum Schwellwerte bzw. den Schwellwerten entsprechende Grauwerte vorgebbar sein, wobei die interessierenden Bereiche ohne weiteres auch über einen Monitor interaktiv markierbar sind. Zu Fehlern bzw. Schäden neigende Bereiche können dabei mit ganz besonderer Aufmerksamkeit untersucht werden, wobei sich die Datenmenge insgesamt reduzieren läßt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung löst die zuvor genannte Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 25. Danach ist eine gattungsbildende Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß zur Beleuchtung des Objekts mindestens zwei Lichtquellen vorgesehen sind, die das Objekt aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchten und daß die Kamera zur Aufnahme des Objekts und der durch die Beleuchtung auf einer Unterlage entstehenden Schatten dient. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird insoweit auf die Ausführungen zu dem erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die nebengeordneten Patentansprüche sowie auf die Unteransprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Objekterkennung, wobei es sich hier um eine Vorrichtung zur Fehlerdetektion an geschossenen Kernen handelt und

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Vorrichtung zur Fehlerdetektion an geschossenen Kernen 1, wobei dort zwei Kerne 1 auf einer Unterlage 2 abgelegt sind. Bei der Unterlage 2 kann es sich um eine Transportpalette handeln.

Die Vorrichtung umfaßt eine Kamera 3 und zwei Lichtquellen 4, die die Kerne 1 aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchten, so daß die Kamera 3 nicht nur die Kerne 1 entsprechend ihren Konturen, sondern auch durch die Lichtquellen 4 verursachte Schatten detektiert.

Gemäß der Darstellung in Fig. 2 dienen die Kamera 3 und die Lichtquelle 4 zur Bildaufnahme des Kerns 1, wobei die Kamera 3 und auch die Lichtquelle 4 über einen Prozessor gesteuert sein können. Im Konkreten ist hier ein PC 5 vorgesehen, der von der Kamera 3 die aufgenommenen Bilder 7 erhält. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist des weiteren eine Prozeßsteuerung mittels SPS 6 vorgesehen, wobei die speicherprogrammierbare Speicherung (SPS) 6 mit dem PC 5 kommuniziert, nämlich Prozeß- und Ergebnissignale 8 übermittelt.

Ergänzend sei angemerkt, daß durch mehr oder weniger geschickte Anordnung der Lichtquelle 4 ein entsprechender Schatten des Objekts bzw. des Kerns 1 entsteht. Die Länge der Schatten liefert Informationen bezüglich der z-Achse. Ein versteckter Bereich am Objekt kann somit regelrecht herausprojiziert werden, nämlich über dessen Schatten. Eine Überprüfung dieses Bereichs ist auch dann möglich, wenn die Kamera 3 in einer dazu eigentlich ungeeigneten Position angeordnet ist. Entsprechend der Projektion lassen sich beliebige Bereiche des Objekts aus dem Blickwinkel der Kamera 3 detektieren.

Eine Bildaufnahme könnte eine Zeitdauer von weniger als 2 Sekunden erfordern. Ein gesamter Prüfzyklus läge bspw. unter 12 Sekunden. Am Monitor des PC 5 lassen sich verschiedene Anzeigen bzw. Anzeige-Modi realisieren. Mehrere Benutzerebenen könnten eingerichtet werden. Für verschiedene Kerntypen könnte ein automatischer Programmwechsel vorgesehen sein, um nämlich die EDV-mäßigen Umrüstzeiten zu minimieren.

Des weiteren ist es denkbar, daß der PC 5 online mit einem Rechner der Wartungsfirma oder Herstellerfirma der gesamten Anlage verbunden ist. Insoweit könnte eine Wartung von der Ferne aus erfolgen.

Des weiteren ist wesentlich, daß die zuvor erörterte Methodik der Bildanalyse eine hohe Flexibilität der Detektion bzw. Auswertung liefert. Beliebige Bildmanipulationen sowie eine Reduktion der erforderlichen Daten ist möglich.

Schließlich sei noch angemerkt, daß die speicherprogrammierbare Speicherung (SPS) 6 sowohl Startsignal als auch Signale betreffend einen automatischen Pro-

grammwechsel an den PC 5 liefern könnte. Vom PC aus werden an die SPS 6 der Status oder Meßergebnisse betreffende Daten geliefert. Insoweit könnte die SPS 6 zu unmittelbaren Prozeßsteuerungen im Rahmen eines übergeordneten Fertigungsprozesses verwendet werden.

Abschließend sei ganz besonders darauf hingewiesen, daß das zuvor erörterte Ausführungsbeispiel lediglich der Erörterung der beanspruchten Lehre dient, diese jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Objekterkennung, insbesondere zur Fehlerdetektion an Werkstücken, vorzugsweise an geschossenen Kernen (1) oder Kernpaketen, wobei das Objekt von einer Lichtquelle (4) beleuchtet und mittels einer Kamera (3) aufgenommen bzw. detektiert wird und wobei die durch die Aufnahme gewonnenen Daten mittels Rechner verarbeitet und ggf. gespeichert werden,
dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt von mindestens zwei Lichtquellen (4) aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchtet wird und daß die Kamera (3) das Objekt und die durch die Beleuchtung auf einer Unterlage (2) entstehenden Schatten aufnimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt durch drei bis fünf Lichtquellen (4) aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Aufnahme des Objekts dienende Kamera (3) sämtliche Aufnahmen aus einer vorgegebenen Position heraus aufnimmt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (3) ortsfest angeordnet ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (3) das Objekt von oben oder frontal aufnimmt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (3) zumindest im Bereich des Objektivs gekapselt ist.
7. Verfahren nach, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapselung der Kamera (3) zur Bildaufnahme im Bereich des Objektivs geöffnet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Rechner ein PC (5) verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Rechner und einer speicherprogrammierbaren Speicherung (SPS) (6) Prozeß- und Ergebnissignale (8) ausgetauscht werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß an den aufgenommenen Bildern (7) bzw. an den diesbezüglichen Daten eine vorzugsweise qualitative Bildverarbeitung stattfindet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Datenverarbeitung die Aufnahmen mit einem Referenzbild verglichen werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Soll-Ist-Vergleich vorgenommen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverarbeitung eine Grobkorrelation, nämlich einen groben Vergleich mit den Daten des Referenzbildes bzw. mit vorzugsweise als Grauwerte vorgebbaren Grenzwerten, umfaßt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Bilder (7) aufgenommen werden, die zur weiteren Verarbeitung aufaddiert oder voneinander subtrahiert werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverarbeitung eine Lagekorrektur umfaßt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Lagekorrektur des aufgenommenen Bildes (7) Referenzmarkierungen aufgenommen werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Referenzmarkierungen um Linien und/oder Punkte auf der Unterlage (2) handelt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverarbeitung eine Helligkeitsanpassung zur Anpassung der Grauwerte der Aufnahme umfaßt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverarbeitung eine Subtraktion mit ggf. Filterfunktion umfaßt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverarbeitung eine Fehlerdetektion umfaßt.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler am Objekt anhand vorgegebbarer Parameter definierbar ist.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß vorgebbare Bereiche des aufgenommenen Bildes extrahierbar sind.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß störende Bereiche des aufgenommenen Bildes (7) eliminierbar sind.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß zur Extraktion und/oder Elimination Schwellwerte bzw. den Schwellwerten entsprechende Grauwerte vorgebbbar sind.
25. Vorrichtung zur Objekterkennung, insbesondere zur Fehlerdetektion an Werkstücken, vorzugsweise an geschossenen Kernen (1) oder Kernpaketen, wobei das Objekt von einer Lichtquelle (4) beleuchtet und mittels einer Kamera (3) aufgenommen bzw. detektiert wird und wobei die durch die Aufnahme gewonnenen Daten mittels Rechner verarbeitet und ggf. gespeichert werden, insbesondere zur Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beleuchtung des Objekts mindestens zwei Lichtquellen (4) vorgesehen sind, die das Objekt aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchten und daß die Kamera (3) zur Aufnahme des Objekts und der durch die Beleuchtung auf einer Unterlage (2) entstehenden Schatten dient.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß drei bis fünf Lichtquellen (4) vorgesehen sind, die das Objekt aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchten.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Kamera (3) zumindest im Bereich des Objektivs gekapselt und zur Bildaufnahme im Bereich des Objektivs offenbar ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß als Rechner ein PC (5) dient.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner mit einer speicherprogrammierbaren Speicherung (SPS) (6) verbunden ist.

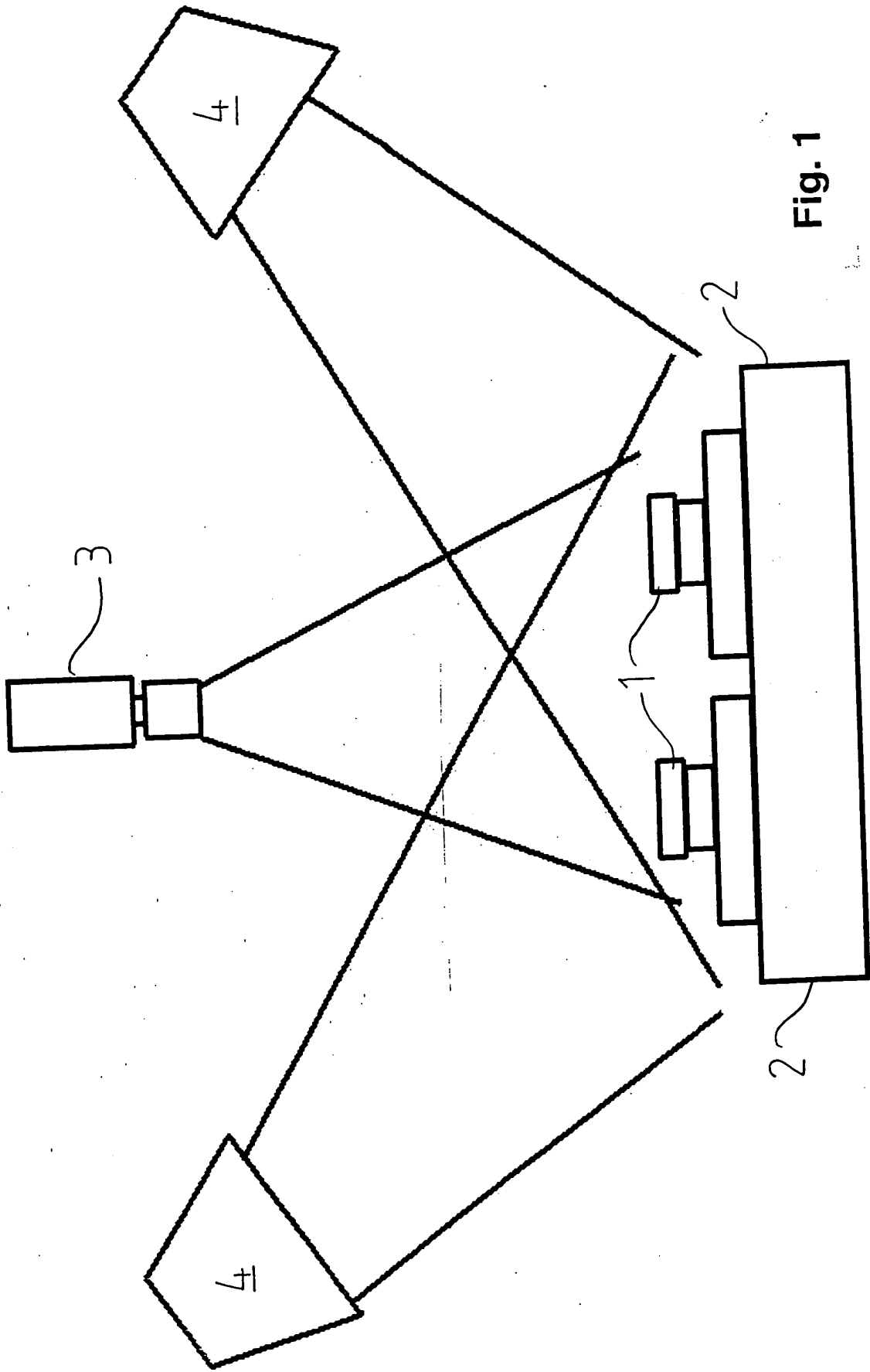


Fig. 1

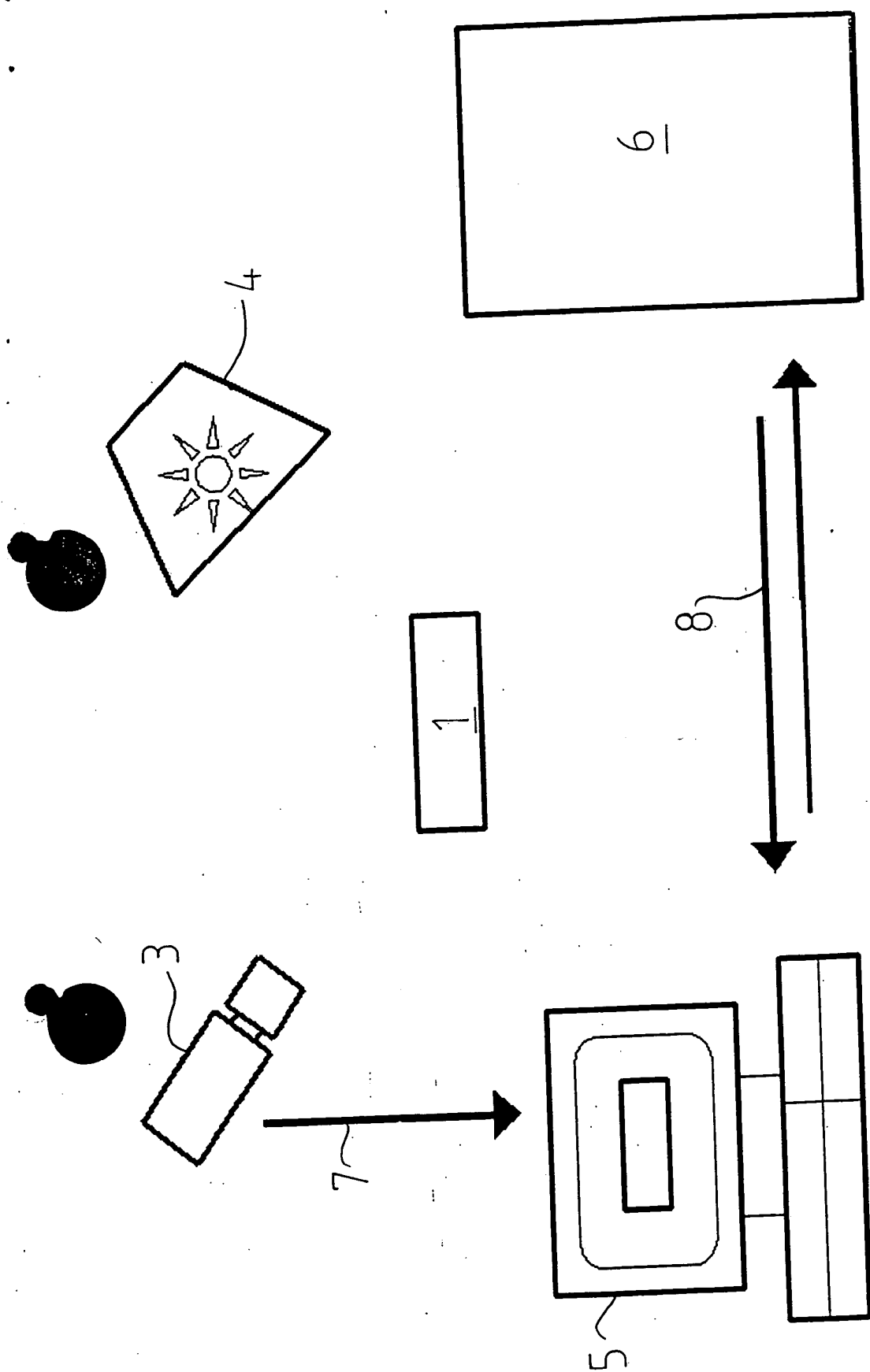


Fig. 2

Zusammenfassung

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Objekterkennung, insbesondere zur Fehlerdetektion an Werkstücken, vorzugsweise an geschossenen Kernen (1) oder Kernpaketen, wobei das Objekt von einer Lichtquelle (4) beleuchtet und mittels einer Kamera (3) aufgenommen bzw. detektiert wird und wobei die durch die Aufnahme gewonnenen Daten mittels Rechner verarbeitet und ggf. gespeichert werden, ist dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt von mindestens zwei Lichtquellen (4) aus unterschiedlichen Richtungen bzw. Winkeln beleuchtet wird und daß die Kamera (3) das Objekt und die durch die Beleuchtung auf einer Unterlage (2) entstehenden Schatten aufnimmt.

(Fig. 1)

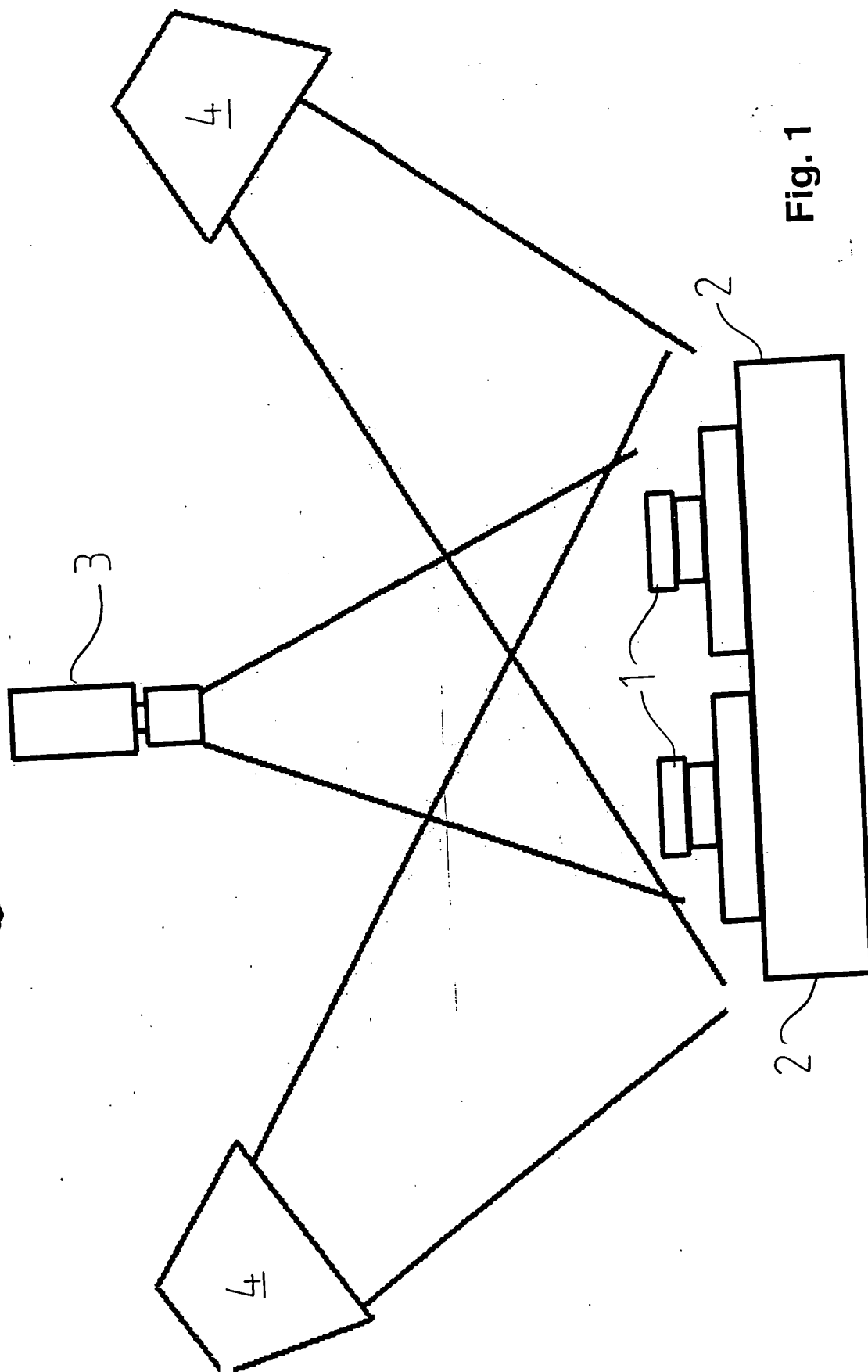


Fig. 1